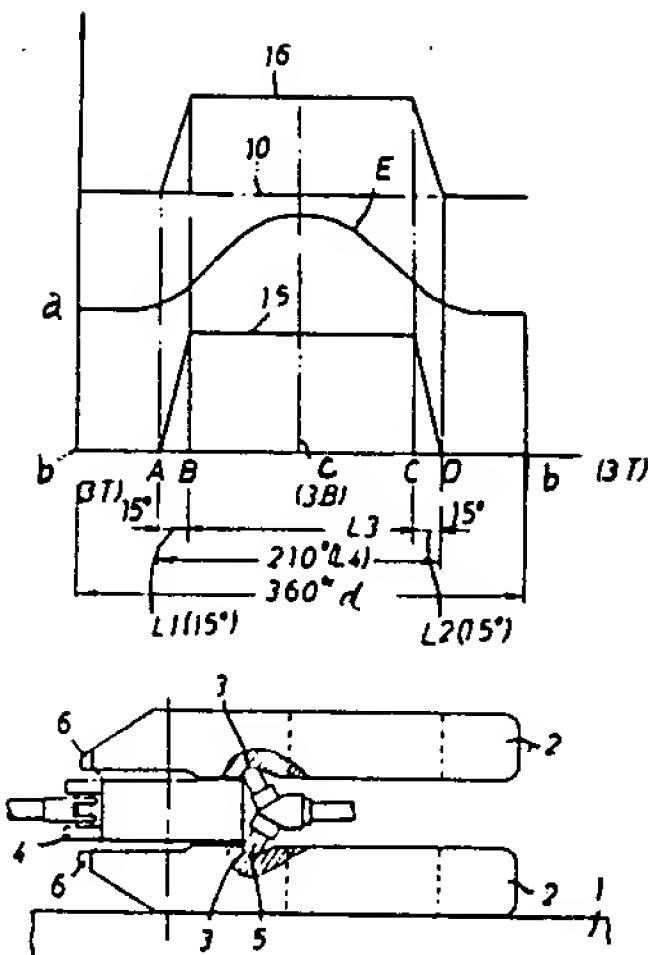


(54) ROLL PROCESSING METHOD FOR SHAFT FILLET PART WITH
DIFFERENT STRESS DISTRIBUTION

(11) 62-292362 (A) (43) 19.12.1987 (19) JP
 (21) Appl. No. 61-133454 (22) 9.6.1986
 (71) KOBE STEEL LTD (72) JUNICHI YONEZAWA(4)
 (51) Int. Cl. B24B39/04

PURPOSE: To effectively perform roll processing by regarding both end sides, in the circumferential direction, of a maximum stress part and a region, in the circumferential direction, of a minimum stress part as a transient region of respective pressing forces and processing a work with a lower pressuring force than a constant one.

CONSTITUTION: For example, transient regions L_1, L_2 are made 15° and a necessary process range $L_1 + L_2 + L_3$ is made 210° from the stress distribution of the pin fillet part 3 of a crank shaft which is an object of processing. And, when processing begins, a curved surface roller 5 is firstly set at point A, a pressure is gradually increased to point B by means of pressure control with a sequencer, kept constant from point B to point C, and gradually lowered from point C to point D reversely. Secondly, a crank shaft is put in reverse turn, a pressure between point B and point C is gradually increased more than the previous pressure, and the processing pattern is performed in reverse order to the prior one to improve fatigue strength with the help of performing the processing through necessary stages. Accordingly, roll processing can be performed even on a pin on which a fillet is broken at the top part.



a: pressure, stress. b: pin top. c: pin bottom. d: whole circumference

⑪ 公開特許公報 (A) 昭62-292362

⑫ Int.CI.

B 24 B 39/04

識別記号

庁内整理番号

A-8308-3C

⑬ 公開 昭和62年(1987)12月19日

審査請求 有 発明の数 2 (全 5 頁)

⑭ 発明の名称 異なる応力分布を有する軸フィレット部のロール加工方法

⑮ 特願 昭61-133454

⑯ 出願 昭61(1986)6月9日

⑰ 発明者 米沢 純一 高砂市伊保港町1の2の9

⑰ 発明者 石橋 保樹 加古川市加古川町平野24の1

⑰ 発明者 出納 真平 高砂市西畠3の4の7

⑰ 発明者 横川 和夫 加古川市西神吉町辻446の21

⑰ 発明者 今井 正彦 高砂市中島2の6の1

⑰ 出願人 株式会社神戸製鋼所 神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

⑰ 代理人 弁理士 安田 敏雄

明細書

1. 発明の名称

異なる応力分布を有する軸フィレット部のロール加工方法

2. 特許請求の範囲

(1) 円周方向で応力分布が異なる軸フィレット部に、平ローラと曲面ローラとを押付けて硬化層を形成するロール加工方法において、

軸フィレット部の円周方向に関して、最大応力部分より円周方向の両側に応力が徐々に低くなる最小応力部分を有する応力分布を見い出し、

最小応力部分間における最大応力部分を含む円周方向領域を、一定の加圧力を大きくし、かつ少なくとも最終加工段階で最大応力部分に見合う疲労強度を有するように加工し、

最大応力部分の円周方向両端側と最小応力部分間の円周方向領域はそれぞれ加圧力の遷移領域とされ、この各遷移領域では前記一定加圧力を上限としこれより低い加圧力間で加工することを特徴とする異なる応力分布を有する軸フィ

レット部のロール加工方法。

(2) 円周方向で応力分布が異なる軸フィレット部に、平ローラと曲面ローラとを押付けて硬化層を形成するロール加工方法において、

軸フィレット部の円周方向に関して、最大応力部分より円周方向の両側に応力が徐々に低くなる最小応力部分を有する応力分布を見い出し、最小応力部分間における最大応力部分を含む円周方向領域を、一定の加圧力を段階的に大きくし、かつ少なくとも最終加工段階で最大応力部分に見合う疲労強度を有するように加工し、

最大応力部分の円周方向両端側と最小応力部分間の円周方向領域はそれぞれ加圧力の遷移領域とされ、この各遷移領域では前記一定加圧力を上限としこれより低い加圧力間で段階的に加圧力を増加減して加工することを特徴とする異なる応力分布を有する軸フィレット部のロール加工方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、エンジンのクランク軸、その他、ピン付カム等のように、軸フィレット部を有する被加工軸のロール加工方法に係り、より具体的には円周方向で応力分布が異なる軸フィレット部の部分的なロール加工方法に関する。

(従来の技術)

軸フィレット部のロール加工方法としては、特公昭52-10818号公報で開示の技術がある。

すなわち、被加工軸のフィレット部に平ローラと曲面ローラとを押付け、硬化層を形成して軸の強度向上を図るようにしている。

ここで、一般的なロール加工方法を、舶用大型クランク軸を例に採って第3図を参照して説明する。

第3図において、ターンテーブル1上において焼ばめ組立前のクランクスロー2の状態でピンフィレット部3に、平ローラ4および曲面ローラ5を押付けて全周にわたってロール加工している。

この場合、ピントップ部で曲面ローラ5がピンフィレット部3より外れないように、ピントップ

部で余肉6をつけて全周を一様にロール加工している。

一方、第4図で示す一体型クランク軸においては、ピンフィレット部3はジャーナルフィレット部7と違いピントップ部で符号8で示す如くフィレットが途切れているため全周をロール加工できないことから、第6図で示す如くピントップ部で曲面ローラ5が脱落せず、最低限加工圧に耐える程度の余肉6をクランクアーム9に付けてロール加工していた。

ところで、組立型、一体型を問わずピンフィレット部3においては、第5図に示す如く応力分布になる。

すなわち、ピンボトム部3Bでは最大応力（本図示例では 12.91kg/mm^2 で示し、これを1.00としている）が発生し、ピンフィレット部3のボトム部3Bより円周方向両側に向うに従って、すなわち、ピントップ部3Tに向うに従って、応力値が低下して行く応力分布になる（図示ではピンボトム部3B、ピントップ部3Tを通る中心線X-Xを境にしてそ

れぞれ両側に 15° 間隔ごとの応力値と最大応力値との比をそれぞれ示している）。

(発明が解決しようとする問題点)

近年エンジンのコンパクト化に伴いクランク軸のピントップ部も可能な限り余肉を除去した設計になっている。また、これは一体型クランク軸においては、一般的なことである。そのため、従来技術によって一体型クランク軸のピンフィレット部をロール加工する場合以下の問題があった。

- ① 曲面ローラ脱落防止のために付けた余肉は、台盤すなわち、舶用ディーゼルエンジンにおいてクランク軸をマウントする土台に干渉するので、ロール加工後機械加工にて切削しなければならず、そのための余分な労力が必要となる。
- ② 逆に余肉を残したままだと、台盤をそれに合せて機械加工しなければならずエンジン本体の設計変更にもつながる。
- ③ 余肉を付けていため歩留が低下する。
- ④ 全周ロール加工するため、ピンフィレット部の応力分布に応じた部分的なロール加工に比べて余分な時間を費やすことになる。

て余分な時間を費やすことになる。

本発明は、斯る問題点を解消する異なる応力分布を有する軸フィレット部（クランク軸、ピン付カム等を含む）のロール加工方法を提供するのが目的である。

(問題点を解決するための手段)

本発明が前述目的を達成するために講じる技術的手段の第1は、円周方向で応力分布が異なる軸フィレット部に、平ローラと曲面ローラとを押付けて硬化層を形成するロール加工方法において、

軸フィレット部の円周方向に関して、最大応力部分より円周方向の両側に応力が徐々に低くなる最小応力部分を有する応力分布を見い出し、

最小応力部分間における最大応力部分を含む円周方向領域を、一定の加圧力で大きくし、かつ少なくとも最終加工段階で最大応力部分に見合う疲労強度を有するように加工し、

最大応力部分の円周方向両端側と最小応力部分間の円周方向領域はそれぞれ加圧力の遷移領域とされ、この各遷移領域では前記一定加圧力を上限

としこれより低い加圧力で加工する点にある。

更に、技術的手段の第2では、円周方向で応力分布が異なる軸フィレット部に、平ローラと曲面ローラとを押付けて硬化層を形成するロール加工方法において、

軸フィレット部の円周方向に関して、最大応力部分より円周方向の両側に応力が徐々に低くなる最小応力部分を有する応力分布を見い出し、

最小応力部分間ににおける最大応力部分を含む円周方向領域を、一定の加圧力を段階的に大きくし、かつ少なくとも最終加工段階で最大応力部分に見合う疲労強度と有するように加工し、

最大応力部分の円周方向両端側と最小応力部分間の円周方向領域はそれぞれ加圧力の遷移領域とされ、この各遷移領域では前記一定加圧力を上限としこれより低い加圧力間で段階的に加圧力を増加して加工する点にある。

すなわち、ピンフィレット部の途切れている部分（第4図の符号8を参照）で曲面ローラが脱落しないように、全周ロール加工せずピンフィレッ

ト部に作用する応力分布に応じた円周方向に関して部分的なロール加工とする。具体的には第2図に示すようにピンフィレット部に作用する応力分布Eが立ち上がるA点とD点の間を往復しながら一挙に、又は段階的にロール加工する。また、加圧バターンとしては、A点、D点で硬度の急激な変化が生じないように遷移領域L1、L2、すなわち、AB、CDを設ける。

（発明の構成）

本発明の方法に使用する加工装置は、第3図で示した平ローラと曲面ローラを有する点で共通し、両ローラをピンフィレット部に押付けて硬化層を形成していく。

この場合、ロール加工に先立って軸フィレット部の円周方向に関して、最大応力部分より円周方向の両側に応力が徐々に低くなる第1と第2の最小応力部分を有する応力分布を見い出す。

この応力分布Eは例えば歪みゲージなどを使って実測する。今その実測結果が第2図の応力分布Eであるとする。図中10は、母材の疲労強度であ

るが、応力分布Eから考えて、最大応力部E1であるピンボトム部3Bで余裕がない。そのため平ローラ4と曲面ローラ5を押付けてロール加工して硬化層を形成する。このとき、従来法では、全周ロール加工して、母材の疲労強度を11の状態まで高めてピンボトム部3Bに余裕を持たせた。しかし、この方法だと応力分布Eから考えて加工不要な領域（図の斜線部12）まで加工することになり、余分な時間を費やしていることになる。そこで時間的な問題だけを解決するには第2図における符号13の加圧バターンも考えられる。しかしこの方法だとA点、D点における最小応力部分で圧力が急激に立上がるため、この部分で硬度が急激に変化する。その結果、母材の疲労強度も14で示す如くA点、D点で急激に低下し、これは当該部分でのクラックの要因となる。そこで本発明方法では、第2図の加圧バターン15としたのである。この加圧バターンを実施するに際しては、必要加工範囲ADを求める必要がある。これは前述した様に応力分布を実測することにより求める。次にA点、

D点で圧力の急激な変化をさけるため、遷移領域AB、CDで圧力が徐々に上昇あるいは下降するよう圧力制御し、クランク軸の正転・逆転によりA点、D点間を必要段数往復加工する。その結果、母材の疲労強度も、A点、D点で急激に低下せず、第2図の符号16のように応力分布に応じた疲労強度の上昇が得られる。

すなわち、本発明では、最小応力部分A、B間ににおける最大応力部分E1を含む円周方向領域L3を、一定の加圧力で一挙に、又は段階的に大きくし、かつ少なくとも最終加工段階で最大応力部分E1に見合う疲労強度11を有するように加工する。

最大応力部分E1を含む円周方向領域L3の両端側と最小応力部分A、B間の円周方向領域はそれぞれ加圧力の遷移領域L1、L2とされ、この各遷移領域L1、L2では前記一定加圧力を上限としこれより低い加圧力で一挙に最終段階まで加工又は段階的に加圧力を増加減して加工するのである。

(実施例)

第1図において、加工対象となるクランク軸のピンフィレット部3の応力分布Eを求めた。そこで実施例は、遷移領域L1, L2を15°とし、必要加工範囲 $L1 + L2 + L3 = L4$ を210°とした。また、加工装置については第3図で示したと同様の一体型クランク軸専用に試作したものを使用した。加工に際しては、まずA点の位置に曲面ローラをセットし、シーケンサーによって圧力制御を行いながら、B点まで圧力を徐々に上昇させる。B点からC点までは、圧力を一定に保ち、C点からD点の範囲では、逆に圧力を徐々に下降させて、D点でクランク軸の回転を停止する。次にクランク軸を逆転させてD点からA点まで前述の加工パターンの逆を行う。この場合BC間の圧力は、前回の圧力よりも少しづつ高くして行き、必要段数だけ加工を行う。本実施例では、9段階の加工を実施した。第1図に加圧パターンと疲労強度の上昇量を示す。

また本実施例と、全周ロール加工したクランク

か否かは自由である。

更に、実施例ではロール加工の範囲L4は210°とし、硬さの遷移領域L1, L2は15°にしているが、これに限らないことは明らかである。

また、小型クランク軸においては、段階的に加圧力を上昇させず、一挙に最終加工まで加工することもできる。

(発明の効果)

本発明によれば、次の利点がある。

- ① トップ部でフィレットが途切れているピンについてもロール加工が効率良く実施できる。
- ② 余肉を付ける必要がないので、それに伴う機械加工時間も不要になる。
- ③ 余肉がない分、歩留も向上する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明実施例の加圧パターンを示すグラフ、第2図は本発明と従来例を比較した加圧パターンを示すグラフ、第3図は本発明および従来例による加工例を示す正面図、第4図と第6図は本発明および従来例の加工対象一例としてのクランク軸のピンボトム部での疲労強度上昇率を比較したものである。

表1 疲労強度上昇率

加工条件	疲れ限度 (kg/mm ²)	上昇の程度	
		上昇量 (kg/mm ²)	上昇率 (%)
ロール加工なし	42.3		
全周ロール加工	51.2	8.9	21
部分的ロール加工	50.6	8.3	20

なお、上述した構成、実施例では被加工物として一体型クランク軸を示したが、組立型クランク軸でも、ピン付カムであってもよい。

また、第4図で示したジャーナルフィレット部7に関しては、加工パターン11で行なうものとする。

更に、平ローラ4と曲面ローラ5の加圧領域を一部重複させる(特公昭52-10818号公報参照)

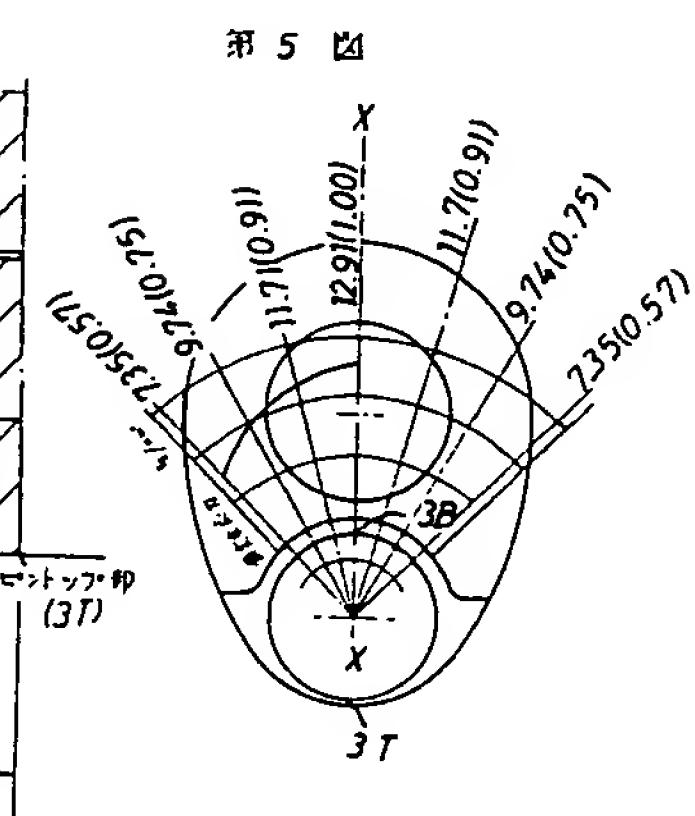
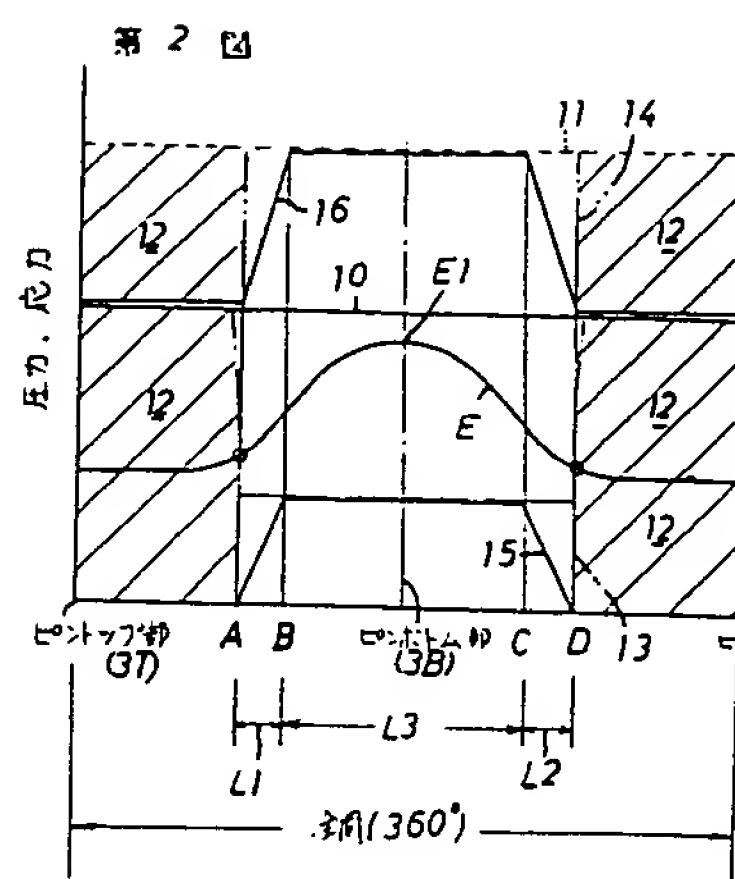
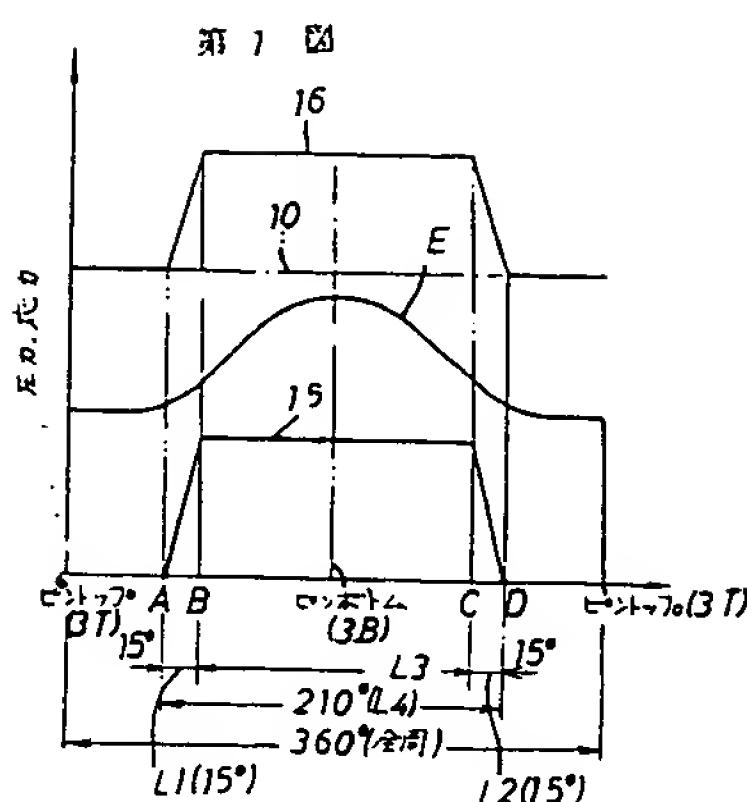
クランク軸を示す正面図、第5図は応力分布状態を示す図である。

3…軸フィレット部(ピンフィレット部)、
4…平ローラ、5…曲面ローラ、15…加圧パターン、
L1, L2…遷移領域、L3…最大応力を含む加工領域、E1…最大応力部分、E…応力分布。

特許出願人 株式会社神戸製鋼所

代理人 弁理士 安田敏雄





第3回

